

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 055 835 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
29.11.2000 Patentblatt 2000/48

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F16D 25/10

(21) Anmeldenummer: 00107227.1

(22) Anmeldetag: 01.04.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstattungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

• Brockschmidt, Detlev  
32052 Herford (DE)  
• Obermeyer-Hartmann, Robert  
33142 Bühren (DE)

(30) Priorität: 28.05.1999 DE 19924512

(71) Anmelder:  
CLAAS Industrietechnik GmbH  
33106 Paderborn (DE)

(74) Vertreter:  
Gramm, Werner, Prof. Dipl.-Ing.  
GRAMM, LINS & PARTNER GbR,  
Theodor-Heuss-Strasse 1  
38122 Braunschweig (DE)

(72) Erfinder:  
• Fredriksen, Nils  
33428 Harrewinkel (DE)

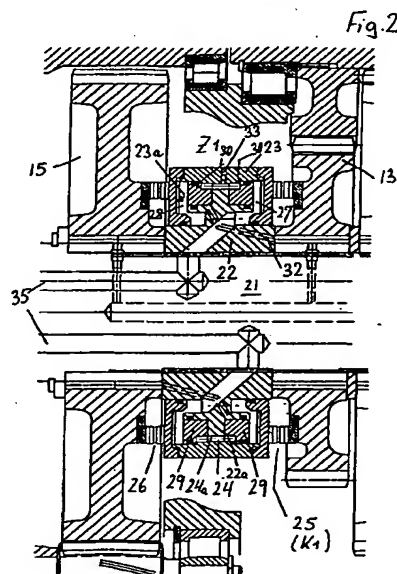
### Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 86 (2)  
EPÜ.

### (54) Schalt-Zahnkupplung

(57) Die Erfindung betrifft eine Schalt-Zahnkupplung in einem hydrostatisch-mechanischen, leistungsverzweigten Lastschaltgetriebe, bestehend aus einem vierwelligen Zahnrad-Planetengetriebe und einem dazu parallel angeordneten, stufenlos einstellbaren hydrostatischen Getriebe, wobei nachgeschaltete Zahnrad-Stufen mit zugehörigen Schalt-Zahnkupplungen (Z1, Z2) mehrere Gänge realisieren, in denen jeweils das hydrostatische Getriebe eine stufenlose Verstellung der Übersetzung des gesamten Getriebes bewirkt, wobei der Gangwechsel bei synchronen Drehzahlen, lastfrei und ohne Zugkraftunterbrechung erfolgt. Für eine kompakt bauende, funktionssicher arbeitende Ausführungsform wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Schalt-Zahnkupplung (Z1, Z2) als koaxiale Doppel-Differentialkupplung ausgebildet ist, die einen auf einem rotierenden Getriebeteil, vorzugsweise einer Kupplungswelle (21) drehfest und achsfest angeordneten Kupplungsträger (22) aufweist, auf dem ein doppel-seitig mit einem Druckmittel beaufschlagbarer, als Schaltbrücke (23) ausgebildeter Doppelkolben gelagert ist, der über eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung (24) mit dem Kupplungsträger (22) in Wirkverbindung steht, auf seinen sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung (25, 26) trägt und von zwei separat ansteuerbaren Druckräumen (27, 28) beaufschlagbar ist, die bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung die Schaltbrücke (23) in ihrer neutralen Mit-

telstellung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen (25, 26) zugeordneten Gängen (K<sub>1</sub>, K<sub>3</sub> bzw. K<sub>2</sub>, K<sub>4</sub>) durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.



EP 1 055 835 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schalt-Zahnkupplung in einem hydrostatisch-mechanischen, leistungs-  
 verzweigten Lastschaltgetriebe, bestehend aus einem  
 vierwelligen Zahnrad-Planetengetriebe und einem  
 dazu parallel angeordneten, stufenlos einstellbaren  
 hydrostatischen Getriebe, wobei nachgeschaltete  
 Zahnrad-Stufen mit zugehörigen Schalt-Zahnkupplun-  
 gen mehrere Gänge realisieren, in denen jeweils das  
 hydrostatische Getriebe eine stufenlose Verstellung der  
 Übersetzung des gesamten Getriebes bewirkt, wobei  
 der Gangwechsel bei synchronen Drehzahlen, lastfrei  
 und ohne Zugkraftunterbrechung erfolgt.

**[0002]** Der DE 39 03 877 C1 läßt sich ein stufenlos  
 wirkendes, hydrostatisch-mechanisches Lastschaltge-  
 triebe mit Schalt-Zahnkupplungen entnehmen.

**[0003]** Die DE 39 43 770 C2 offenbart eine ver-  
 gleichbare Schalt-Zahnkupplung für ein hydrostatisch-  
 mechanisches Verzweigungsgetriebe. Die Kupplungs-  
 anordnung ist als koaxiale Doppelkupplung ausgebil-  
 det, die einen auf einem rotierenden Getriebeteil  
 drehfest und achsfest angeordneten Kupplungsträger  
 aufweist. Die Kolben sind als Einzelkolben ausgebildet,  
 die über eine eine Momentenübertragung sowie eine  
 Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung mit dem  
 Kupplungsträger verbunden sind. Jeder Kolben hat  
 einen einzigen separat ansteuerbaren Druckraum,  
 wobei die neutrale Schaltstellung durch ein Federele-  
 ment bei gleichzeitiger Druckentlastung bewerkstelligt  
 wird. Zum Einschalten eines Ganges wird Druck aufge-  
 bracht.

**[0004]** Die DE 40 38 170 A1 offenbart ein für ein  
 mehrstufiges Ganggetriebe vorgesehenes Dreistel-  
 lungszylindersystem mit einem Stellzylinder mit einem  
 doppelseitig druckmittelbeaufschlagbaren, über Steuer-  
 organe steuerbaren Kolben, der mit einem Schaltele-  
 ment gekoppelt ist. Dabei ist der Kolben aus zwei  
 entgegengesetzt wirkenden, in einem gemeinsamen  
 Zylindergehäuse verschiebbaren Doppelkolben gebil-  
 det, wobei jedem der beiden Doppelkolben im Zylinder-  
 gehäuse ein Druckraum mit einem Druckmittelanschluß  
 zugeordnet ist. Der erste Kolben jedes Doppelkolbens  
 ist mit dem Schaltelement bewegungsstarr und der  
 zweite Kolben jedes Doppelkolbens mit dem ersten Kol-  
 ben freiverschieblich verbunden. Die beiden Doppelkol-  
 ben sind bei beiderseitigem Druckausgleich mit ihrem  
 freiverschieblichen zweiten Kolben gegen einen  
 Anschlag des Zylindergehäuses in der Neutralstellung  
 gehalten. Die beiden Doppelkolben sind wechselweise  
 bei jeweils einseitiger Druckbeaufschlagung aus der  
 Neutralstellung verschiebbar, wobei der drucklose Dop-  
 pelkolben mit seinen beiden Kolben des druckbeauf-  
 schlagten Doppelkolbens seine Schaltverschiebung  
 erhält. Die beiden Doppelkolben sind mit ihren beiden  
 Kolben koaxial angeordnet. Der Kupplungsträger ist  
 durch ein gehäusefestes Bauteil gebildet.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde,

für die eingangs beschriebene SchaltZahnkupplung  
 eine kompakt bauende, funktionssicher arbeitende Aus-  
 führungsform zu entwickeln.

**[0006]** Ausgehend von der eingangs beschriebe-  
 nen Schalt-Zahnkupplung wird diese Aufgabe erfin-  
 dungsgemäß dadurch gelöst, dass die Schalt-  
 Zahnkupplung als koaxiale Doppel-Differentialkupplung  
 ausgebildet ist, die einen auf einem rotierenden Getrie-  
 beteil, vorzugsweise einer Kupplungswelle drehfest und  
 achsfest angeordneten Kupplungsträger aufweist, auf  
 dem ein doppelseitig mit einem Druckmittel beauf-  
 schlagbarer, als Schaltbrücke ausgebildeter Doppelkol-  
 ben gelagert ist, der über eine eine  
 Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung  
 ermöglichende Verzahnung mit dem Kupplungsträger in  
 Wirkverbindung steht, auf seinen sich axial gegenüber-  
 liegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung trägt  
 und von zwei separat ansteuerbaren Druckräumen  
 beaufschlagbar ist, die bei gleichzeitiger Druckbeauf-  
 schlagung die Schaltbrücke in ihrer neutralen Mittelstel-  
 lung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben,  
 während die Einschaltung eines der beiden den Schalt-  
 verzahnungen zugeordneten Gängen durch Drucklos-  
 schaltung des dem anderen Gang zugeordneten  
 Druckraumes erfolgt.

**[0007]** Dabei ist es konstruktiv zweckmäßig, wenn  
 der Kupplungsträger mit einem Führungsabschnitt zwis-  
 chen die beiden von der Schaltbrücke umschlossenen  
 Druckräume ragt und zwei einander axial gegenüberlie-  
 gende, jeweils in einen der beiden Druckräume ragende  
 Differentialringkolben trägt, die sich nur in der neutralen  
 Mittelstellung der Schaltbrücke an dem Kupplungsträ-  
 ger axial abstützen, während bei der Verschiebung der  
 Schaltbrücke in eine Schaltstellung ein Differentialring-  
 kolben von einem ihm zugeordneten Mitnehmer der  
 Schaltbrücke in den ihm zugeordneten Druckraum ver-  
 schoben wird.

**[0008]** Um eine Kraftübertragung über Abdichtun-  
 gen auf die Kupplungswelle zu vermeiden, ist es zweck-  
 mäßig, wenn in Schaltstellung der Schaltbrücke der  
 entsprechende Differentialringkolben an der ihm zuge-  
 wandten Kolbenfläche der Schaltbrücke anliegt.

**[0009]** Eine abgewandelte Ausführungsform kann  
 erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet sein, daß  
 die Schaltbrücke mit einem ringförmigen, radial nach  
 innen ragenden, im Querschnitt etwa T-förmig ausgebil-  
 deten Doppelkolben in den die beiden Druckräume  
 umschließenden Innenraum des Kupplungsträgers ragt  
 und zwei einander axial gegenüberliegenden, jeweils in  
 einen der beiden Druckräume ragenden Differential-  
 ringkolben zugeordnet ist, die sich nur in der neutralen  
 Mittelstellung der Schaltbrücke an dem Kupplungsträ-  
 ger axial abstützen, während bei der Verschiebung der  
 Schaltbrücke in eine Schaltstellung ein Differentialring-  
 kolben von einem ihm zugeordneten Mitnehmer der  
 Schaltbrücke in den ihm zugeordneten Druckraum ver-  
 schoben wird.

**[0010]** Bei den vorstehend beschriebenen Ausfüh-

rungsformen ist es zweckmäßig, wenn für jeden der beiden Druckräume eine Druckölzufuhr durch die Kupplungswelle in Verbindung mit einer Drehdurchführung vorgesehen ist, wobei die Steuerung vorzugsweise über der Drehdurchführung vorgelagerte NO (NORMAL OPEN)-3/2-Wege-Magnetventile erfolgt. Dadurch läßt sich bei Schließung des Ventiles der hierdurch abgeschlossene Druckraum zu einem Öltank hin entleeren. Eine entsprechende Ventilschaltung läßt sich auch der DE 40 38 170 A1 entnehmen.

[0011] Ausgehend von der eingangs beschriebenen Schalt-Zahnkupplung wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe bei einer erfindungsgemäßen Alternativlösung auch dadurch gelöst, daß die Schalt-Zahnkupplung als koaxiale Doppel-Differentialkupplung ausgebildet ist, die eine auf ihren sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung tragende Schaltbrücke aufweist, die über eine eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung mit einem rotierenden Getriebeteil, vorzugsweise einer Kupplungswelle in Drehverbindung steht und über ein die erforderliche Schaltkraft übertragendes Kugellager kinematisch mit einem Doppelkolben verbunden ist, der in einem gehäusesfest angeordneten Kupplungsträger zwischen zwei von dem Kupplungsträger umschlossenen, jeweils separat gehäusesseitig ansteuerbaren Druckräumen axial verschiebbar gelagert ist, die bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung den Doppelkolben in seiner neutralen Mittelstellung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen zugeordneten Gängen durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.

[0012] Bei allen Ausführungsformen kann es zweckmäßig sein, wenn der Winkel der Schaltverzahnung abweisend und  $\leq$  dem Selbsthemmungswinkel ist; er kann grundsätzlich aber auch Null oder auch  $\geq$  dem Selbsthemmungswinkel sein.

[0013] Weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden in Verbindung mit weiteren Vorteilen der Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0014] In der Zeichnung zeigen die Figuren 1 und 1 A den Stand der Technik und die Figuren 2 bis 6 einige als Beispiele dienende Ausführungsformen der Erfindung. Es zeigen:

**Figur 1** ein Getriebekonzept;

**Figur 1 A** den auf die Antriebswelle bezogenen Verlauf der Drehzahl der Abtriebswelle;

**Figur 2** einen Querschnitt durch eine koaxiale Doppel-Differentialkupplung;

**Figur 3** die Ausführungsform gemäß Figur 2 mit einer Ventilsteuerung für die Öldruckzufuhr;

**Figur 4** eine abgewandelte Ausführungsform in einer Darstellung gemäß Figur 2;

**Figur 5** eine gegenüber der Ausführungsform gemäß Figur 2 etwas abgewandelte Lösung und

**Figur 6** eine abgewandelte Ausführungsform in einer Darstellung gemäß Figur 5.

[0015] Figur 1 zeigt das Konzept eines vierwelligen Planetengetriebes, das aus einer Planetenstufe I mit einem Sonnenrad 1, einem Hohlrad 2 und einem Planetenradträger 3 mit Planetenrädern 4 und einer Planetenstufe II mit einem Sonnenrad 1', einem Hohlrad 2' und einem Planetenradträger 3' mit Planetenrädern 4' besteht. Der Planetenradträger 3' sowie das Hohlrad 2 bilden eine Antriebswelle 5; die Sonnenräder 1, 1' bilden eine Welle 6 für den Anschluß einer volumenkonstanten Verdrängermaschine 7; der Planetenradträger 3 bildet eine langsam laufende Koppelwelle 8; das Hohlrad 2' bildet eine schnell laufende Koppelwelle 9. Eine volumenverstellbare Verdrängermaschine 10 steht über Zahnräder 11, 12 mit der Antriebswelle 5 in Verbindung. Die Koppelwellen 8, 9 verhalten sich nach Figur 1 A so, daß sie bei einem Drehzahlverhältnis der Verdrängermaschinen  $n_7/n_{10} = +1$  gleiche Drehzahlen aufweisen, und dass sie beim Verstellen des hydrostatischen Getriebes in Richtung  $n_7/n_{10} = -1$  ihre Drehzahlen so ändern, daß die Koppelwelle 9 stetig schneller und die Koppelwelle 8 stetig langsamer werden.

[0016] Eine Doppel-Schalt-Zahnkupplung Z1 kann den ersten Gang K<sub>1</sub> mit Zahnrädern 13, 14 oder den dritten Gang K<sub>3</sub> mit Zahnrädern 15, 16 und eine Doppel-Schalt-Zahnkupplung Z2 den zweiten Gang K<sub>2</sub> mit Zahnrädern 17, 18 oder den vierten Gang K<sub>4</sub> mit Zahnrädern 19, 20 mit einer Abtriebswelle 21 verbinden.

[0017] Die Koppelwellen 8, 9 führen abwechselnd die Leistung vom An- zum Abtrieb. Der erste und dritte Gang gehören zur Koppelwelle 8 und der zweite und vierte Gang zur Koppelwelle 9.

[0018] Figur 1 A zeigt den auf die Antriebswelle 5 bezogenen Verlauf der Drehzahl der beiden Koppelwellen 8 und 9, abhängig vom bezogenen Verdrängungsvolumen der verstellbaren Verdrängermaschine.

[0019] Der Gangwechsel wird bei synchronen Drehzahlen der zu schließenden neuen Zahnkupplung eingeleitet. Diese neue Kupplung wird lastfrei eingeschaltet, während die alte leistungsführende Zahnkupplung noch eingeschaltet bleibt. Die Lastverlagerung von der alten auf die neue Kupplung erfolgt durch eine gezielte Volumenkorrektur des hydrostatischen Getriebes. Am Ende dieser Korrektur trägt die neue Kupplung die Last, und die alte Kupplung kann lastfrei ausgeschaltet werden.

[0020] Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Schalt-Zahnkupplung Z1, Z2, die erfindungsgemäß als koaxiale Doppel-Differentialkupplung ausgebildet ist. Sie weist einen auf einer Kupplungswelle (Abtriebswelle 21 in Figur 1) drehfest und achsfest angeordneten Kupplungsträger 22 auf, auf dem ein doppelseitig mit einem Druckmittel beaufschlagbarer,

als Schaltbrücke 23 ausgebildeter Doppelkolben gelagert ist. Letzterer steht über eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung 24 mit dem Kupplungsträger 22 in Wirkverbindung und trägt auf seinen sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung 25, 26 mit einem abweisenden Winkel. Der Doppelkolben ist von zwei separat ansteuerbaren Druckräumen 27, 28 beaufschlagbar, die bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung die Schaltbrücke 23 in ihrer in Figur 2 gezeigten neutralen Mittelstellung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen 25, 26 zugeordneten Gängen ( $K_1$ ,  $K_3$  bzw.  $K_2$ ,  $K_4$ ) durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.

[0021] Der Kupplungsträger 22 ragt mit einem Führungsabschnitt 22a zwischen die beiden von der Schaltbrücke 23 umschlossenen Druckräume 27, 28 und trägt zwei einander axial gegenüberliegende, jeweils in einen der beiden Druckräume 27, 28 ragenden Differentialringkolben 29. Die Differentialringkolben 29 stützen sich nur in der neutralen Mittelstellung der Schaltbrücke 23 an dem Kupplungsträger 22 axial ab, während bei der Verschiebung der Schaltbrücke 23 in eine Schaltstellung ein Differentialringkolben 29 von einem ihm zugeordneten Mitnehmer 30 der Schaltbrücke 23 in den ihm zugeordneten Druckraum 27 bzw. 28 verschoben wird. Dabei läßt Figur 2 erkennen, daß die genannten Mitnehmer 30 die Stirnseiten der Innenverzahnung 24a der Schaltbrücke 23 sind. Die Dimensionierung der Schaltbrücke 23 bzw. der von ihm umschlossenen Druckräume 27, 28 ist so vorgesehen, daß in Schaltstellung der Schaltbrücke 23 der entsprechende Differentialringkolben 29 an der ihm zugeordneten Kolbenfläche 23a anliegt.

[0022] Durch den Kupplungsträger 22 ist eine Schmierölbohrung 32 geführt, die im Bereich der genannten Verzahnung 24 mündet. Durch den radial außenliegenden Teil der Schaltbrücke 23 ist eine Entlüftungsbohrung 33 geführt, die zwischen den beiden Differentialringkolben 29 ausmündet.

[0023] Für jeden der beiden Druckräume 27, 28 ist jeweils eine Druckkölzufuhr 35 durch die Kupplungswelle 21 in Verbindung mit einer Drehdurchführung 36 vorgesehen. Die Steuerung erfolgt über der Drehdurchführung 36 vorgelagerte NO (NORMAL OPEN)-3/2-Wege-Magnetventile 37 (siehe Figur 3).

[0024] Figur 4 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform, bei der die Schaltbrücke 23 mit einem ringförmigen, radial nach innen ragenden, im Querschnitt etwa T-förmig ausgebildeten Doppelkolben 38 in den die beiden Druckräume 27, 28 umschließenden Innenraum des Kupplungsträgers 22 ragt und zwei einander axial gegenüberliegenden, jeweils in einen der beiden Druckräume 27, 28 ragenden Differentialringkolben 29 zugeordnet ist. Letztere stützen sich nur in der neutralen Mittelstellung der Schaltbrücke 23 an dem Kupp-

lungsträger 22 axial ab, während bei der Verschiebung der Schaltbrücke 23 in eine Schaltstellung ein Differentialringkolben 29 von einem ihm zugeordneten Mitnehmer 30 der Schaltbrücke 23 in den ihm zugeordneten Druckraum 27 bzw. 28 verschoben wird.

[0025] Die Ausführungsform gemäß Figur 5 entspricht im wesentlichen der der Figur 2. Jedoch ist der wellenfeste Kupplungsträger 22 durch die Schaltbrücke 23 radial nach außen durchgeführt und bildet hier einen äußeren Führungsabschnitt 22a für die beiden sich auf einer äußeren Ringfläche der Schaltbrücke 23 abstützenden Differentialringkolben 29. Die Druckkölzufuhr 35 ist durch den Mittelsteg des Kupplungsträgers 22 hindurchgeführt.

[0026] Figur 6 zeigt für die koaxiale Doppel-Differentialkupplung eine abgewandelte Ausführungsform, die eine auf ihren sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung 25, 26 tragende Schaltbrücke 23 aufweist, die über eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung 39 mit der Kupplungswelle 21 in Drehverbindung steht. Die Schaltbrücke 23 ist über ein die erforderliche Schaltkraft übertragendes Kugellager 40 kinematisch mit einem Doppelkolben 41 verbunden, der in einem gehäusefest angeordneten Kupplungsträger 42 zwischen zwei von dem Kupplungsträger 42 umschlossenen, jeweils separat gehäuseseitig ansteuerbaren Druckräumen 27, 28 axial verschiebbar gelagert ist. Bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung halten die Druckräume 27, 28 den Doppelkolben 41 in seiner neutralen Mittelstellung bzw. sie schieben ihn in diese Mittelstellung, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen 25, 26 zugeordneten Gängen  $K_1$ ,  $K_3$  bzw.  $K_2$ ,  $K_4$  durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.

[0027] Der Doppelkolben 41 trägt zwei einander axial gegenüberliegende, jeweils einem der beiden Druckräume 27, 28 zugewandten Differentialringkolben 29, die sich nur in der in Figur 6 gezeigten neutralen Mittelstellung des Doppelkolbens 41 an dem Kupplungsträger 42 axial abstützen, während bei der Verschiebung des Doppelkolbens 41 in eine Schaltstellung der Schaltbrücke 23 ein Differentialringkolben 29 von einem ihm zugeordneten Mitnehmer 30 des Doppelkolbens 41 in den ihm zugeordneten Druckraum 27 bzw. 28 verschoben wird.

[0028] Figur 6 läßt in der unteren Darstellung ferner erkennen, daß der Doppelkolben 41 mit einem gehäusesfestesten Wegsensor 43 gekuppelt ist.

#### Patentansprüche

1. Schalt-Zahnkupplung in einem hydrostatisch-mechanischen, leistungsverzweigten Lastschaltgetriebe, bestehend aus einem vierwelligen Zahnrad-Planetengetriebe und einem dazu parallel angeordneten, stufenlos einstellbaren hydrostati-

- schen Getriebe, wobei nachgeschaltete Zahnrad-Stufen mit zugehörigen Schalt-Zahnkupplungen (Z1, Z2) mehrere Gänge realisieren, in denen jeweils das hydrostatische Getriebe eine stufenlose Verstellung der Übersetzung des gesamten Getriebes bewirkt, wobei der Gangwechsel bei synchronen Drehzahlen, lastfrei und ohne Zugkraftunterbrechung erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schalt-Zahnkupplung (Z1, Z2) als koaxiale Doppel-Differentialkupplung ausgebildet ist, die einen auf einem rotierenden Getriebeteil, vorzugsweise einer Kupplungswelle (21) drehfest und achsfest angeordneten Kupplungsträger (22) aufweist, auf dem ein doppelseitig mit einem Druckmittel beaufschlagbarer, als Schaltbrücke (23) ausgebildeter Doppelkolben gelagert ist, der über eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung (24) mit dem Kupplungsträger (22) in Wirkverbindung steht, auf seinen sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung (25, 26) trägt und von zwei separat ansteuerbaren Druckräumen (27, 28) beaufschlagbar ist, die bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung die Schaltbrücke (23) in ihrer neutralen Mittelstellung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen (25, 26) zugeordneten Gängen (K<sub>1</sub>, K<sub>3</sub> bzw. K<sub>2</sub>, K<sub>4</sub>) durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.
2. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsträger (22) mit einem Führungsabschnitt (22a) zwischen die beiden von der Schaltbrücke (23) umschlossenen Druckräume (27, 28) ragt und zwei einander axial gegenüberliegende, jeweils in einen der beiden Druckräume (27, 28) ragende Differentialringkolben (29) trägt, die sich nur in der neutralen Mittelstellung der Schaltbrücke (23) an dem Kupplungsträger (22) axial abstützen, während bei der Verschiebung der Schaltbrücke (23) in eine Schaltstellung ein Differentialringkolben (29) von einem ihm zugeordneten Mitnehmer (30) der Schaltbrücke (23) in den ihm zugeordneten Druckraum (27 bzw. 28) verschoben wird.
  3. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Mitnehmer (30) die Stirnseiten der Innenverzahnung (24a) der Schaltbrücke (23) sind.
  4. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Schaltstellung der Schaltbrücke (23) der entsprechende Differentialringkolben (29) an der ihm zugewandten Kolbenfläche (23a) der Schaltbrücke (23) anliegt.
  5. Schalt-Zahnkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch den Kupplungsträger (22) eine Schmierölbohrung (32) geführt ist, die im Bereich der genannten Verzahnung (24) mündet.
  6. Schalt-Zahnkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch den radial außenliegenden Teil der Schaltbrücke (23) eine Entlüftungsbohrung (33) geführt ist, die zwischen den beiden Differentialringkolben (29) ausmündet.
  7. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltbrücke (23) mit einem ringförmigen, radial nach innen ragenden, im Querschnitt etwa T-förmig ausgebildeten Doppelkolben (38) in den die beiden Druckräume (27, 28) umschließenden Innenraum des Kupplungsträgers (22) ragt und zwei einander axial gegenüberliegenden, jeweils in einen der beiden Druckräume (27, 28) ragenden Differentialringkolben (29) zugeordnet ist, die sich nur in der neutralen Mittelstellung der Schaltbrücke (23) an dem Kupplungsträger (22) axial abstützen, während bei der Verschiebung der Schaltbrücke (23) in eine Schaltstellung ein Differentialringkolben (29) von einem ihm zugeordneten Mitnehmer (30) der Schaltbrücke (23) in den ihm zugeordneten Druckraum (27 bzw. 28) verschoben wird.
  8. Schalt-Zahnkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden der beiden Druckräume (27, 28) eine Druckölaufuhr (35) durch die Kupplungswelle (21) in Verbindung mit einer Drehdurchführung (36) vorgesehen ist.
  9. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung über der Drehdurchführung (36) vorgelagerte NO-3/2-Wege-Magnetventile (37) erfolgt.
  10. Schalt-Zahnkupplung in einem hydrostatisch-mechanischen, leistungsverzweigten Lastschaltgetriebe, bestehend aus einem vierwelligen Zahnrad-Planetengetriebe und einem dazu parallel angeordneten, stufenlos einstellbaren hydrostatischen Getriebe, wobei nachgeschaltete Zahnrad-Stufen mit zugehörigen Schalt-Zahnkupplungen (Z1, Z2) mehrere Gänge realisieren, in denen jeweils das hydrostatische Getriebe eine stufenlose Verstellung der Übersetzung des gesamten Getriebes bewirkt, wobei der Gangwechsel bei synchronen Drehzahlen, lastfrei und ohne Zugkraftunterbrechung erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schalt-Zahnkupplung (Z1, Z2) als koaxiale Doppel-Differentialkupplung ausgebil-

det ist, die eine auf ihren sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung (25, 26) tragende Schaltbrücke (23) aufweist, die über eine eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung (39) mit einem rotierenden Getriebeteil, vorzugsweise einer Kupplungswelle (21) in Drehverbindung steht und über ein die erforderliche Schaltkraft übertragendes Kugellager (40) kinematisch mit einem Doppelkolben (41) verbunden ist, der in einem gehäusefest angeordneten Kupplungsträger (42) zwischen zwei von dem Kupplungsträger (42) umschlossenen, jeweils separat gehäuseseitig ansteuerbaren Druckräumen (27, 28) axial verschiebbar gelagert ist, die bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung den Doppelkolben (41) in seiner neutralen Mittelstellung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen (25, 26) zugeordneten Gängen ( $K_1$ ,  $K_3$  bzw.  $K_2$ ,  $K_4$ ) durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.

11. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Doppelkolben (41) zwei einander axial gegenüberliegende, jeweils einem der beiden Druckräume (27, 28) zugewandten Differentialringkolben (29) trägt, die sich nur in der neutralen Mittelstellung des Doppelkolbens (41) an den Kupplungsträgern (42) axial abstützen, während bei der Verschiebung des Doppelkolbens (41) in eine Schaltstellung der Schaltbrücke (23) ein Differentialringkolben (29) von einem ihm zugeordneten Mitnehmer (30) des Doppelkolbens (41) in den ihm zugeordneten Druckraum (27 bzw. 28) verschoben wird.

12. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Doppelkolben (41) mit einem gehäusefesten Wegsensor (43) gekuppelt ist.

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ

1. Schalt-Zahnkupplung in einem leistungsverzweigten Lastschaltgetriebe, in dem einer stufenlosen Drehzahlverstellvorrichtung mehrere mittels zumindest einer Schalt-Zahnkupplung schaltbare Gangstufen nachgeordnet sind und der Gangwechsel bei annähernd synchronen Abtriebs-Drehzahlen der zu schaltenden Gänge erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalt-Zahnkupplung ( $Z1$ ,  $Z2$ ) als koaxiale Doppel-Differentialkupplung ausgebildet ist, die einen auf einem rotierenden Getriebeteil, vorzugsweise einer Kupplungswelle (21) drehfest und achsfest angeordneten Kupplungsträger (22) aufweist, auf dem ein doppelseitig mit

einem Druckmittel beaufschlagbarer, als Schaltbrücke (23) ausgebildeter Doppelkolben gelagert ist, der über eine eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung (24) mit dem Kupplungsträger (22) in Wirkverbindung steht, auf seinen sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung (25, 26) trägt und von zwei separat ansteuerbaren Druckräumen (27, 28) beaufschlagbar ist, die bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung die Schaltbrücke (23) in ihrer neutralen Mittelstellung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen (25, 26) zugeordneten Gängen ( $K_1$ ,  $K_3$  bzw.  $K_2$ ,  $K_4$ ) durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.

2. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsträger (22) mit einem Führungsabschnitt (22a) zwischen die beiden von der Schaltbrücke (23) umschlossenen Druckräume (27, 28) ragt und zwei einander axial gegenüberliegende, jeweils in einen der beiden Druckräume (27, 28) ragende Differentialringkolben (29) trägt, die sich nur in der neutralen Mittelstellung der Schaltbrücke (23) an dem Kupplungsträger (22) axial abstützen, während bei der Verschiebung der Schaltbrücke (23) in eine Schaltstellung ein Differentialringkolben (29) von einem ihm zugeordneten Mitnehmer (30) der Schaltbrücke (23) in den ihm zugeordneten Druckraum (27 bzw. 28) verschoben wird.

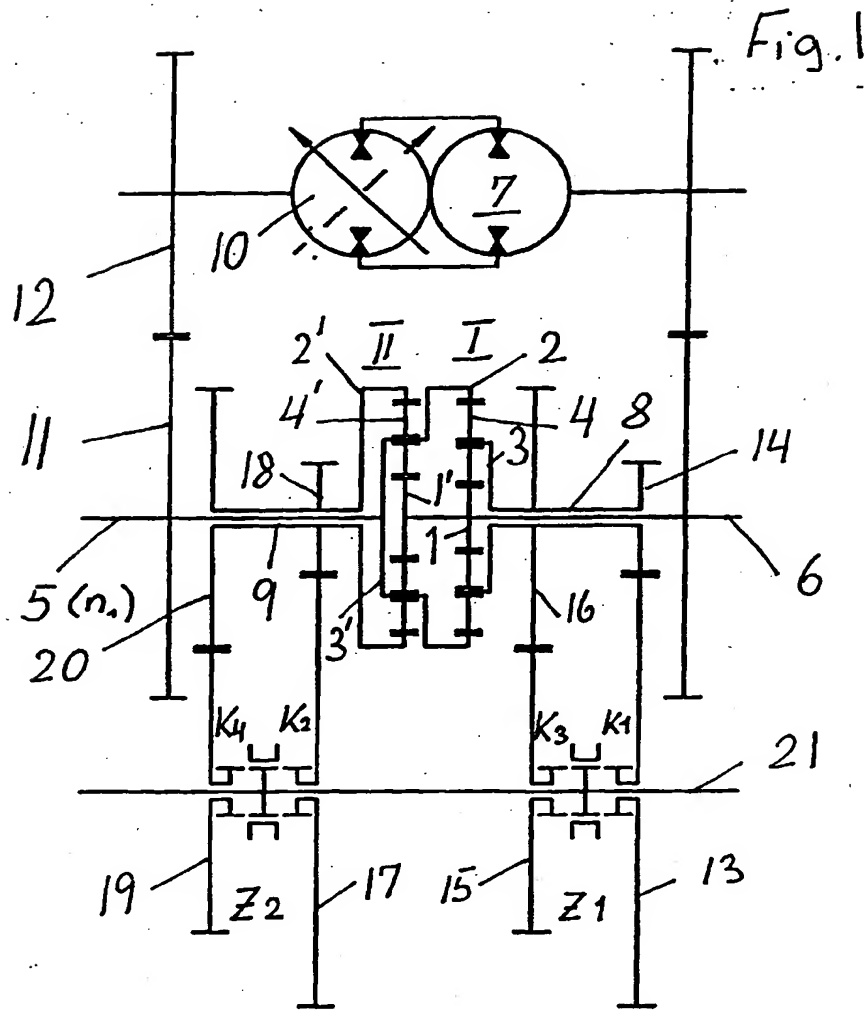
3. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Mitnehmer (30) die Stirnseiten der Innenverzahnung (24a) der Schaltbrücke (23) sind.

4. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Schaltstellung der Schaltbrücke (23) der entsprechende Differentialringkolben (29) an der ihm zugewandten Kolbenfläche (23a) der Schaltbrücke (23) anliegt.

5. Schalt-Zahnkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch den Kupplungsträger (22) eine Schmierölbohrung (32) geführt ist, die im Bereich der genannten Verzahnung (24) mündet.

6. Schalt-Zahnkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch den radial außenliegenden Teil der Schaltbrücke (23) eine Entlüftungsbohrung (33) geführt ist, die zwischen den beiden Differentialringkolben (29) ausmündet.

7. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltbrücke (23) mit einem ringförmigen, radial nach innen ragenden, im Querschnitt etwa T-förmig ausgebildeten Doppelkolben (38) in den die beiden Druckräume (27, 28) umschließenden Innenraum des Kupplungsträgers (22) ragt und zwei einander axial gegenüberliegenden, jeweils in einen der beiden Druckräume (27, 28) ragenden Differentialringkolben (29) zugeordnet ist, die sich nur in der neutralen Mittelstellung der Schaltbrücke (23) an dem Kupplungsträger (22) axial abstützen, während bei der Verschiebung der Schaltbrücke (23) in eine Schaltstellung ein Differentialringkolben (29) von einem ihm zugeordneten Mitnehmer (30) der Schaltbrücke (23) in den ihm zugeordneten Druckraum (27 bzw. 28) verschoben wird.
8. Schalt-Zahnkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden der beiden Druckräume (27, 28) eine Druckölzufuhr (35) durch die Kupplungswelle (21) in Verbindung mit einer Drehdurchführung (36) vorgesehen ist.
9. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung über der Drehdurchführung (36) vorgelagerte NO-3/2-Wege-Magnetventile (37) erfolgt.
10. Schalt-Zahnkupplung in einem leistungsverzweigten Lastschaltgetriebe, in dem einer stufenlosen Drehzahlstellvorrichtung mehrere mittels zumindest einer Schalt-Zahnkupplung schaltbare Gangstufen nachgeordnet sind und der Gangwechsel bei annähernd synchronen Abtriebs-Drehzahlen der zu schaltenden Gänge erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalt-Zahnkupplung (Z1, Z2) als koaxiale Doppel-Differentialkupplung ausgebildet ist, die eine auf ihren sich axial gegenüberliegenden Stirnseiten je eine Schaltverzahnung (25, 26) tragende Schaltbrücke (23) aufweist, die über eine eine Momentenübertragung sowie eine Axialverschiebung ermöglichende Verzahnung (39) mit einem rotierenden Getriebeteil, vorzugsweise einer Kupplungswelle (21) in Drehverbindung steht und über ein die erforderliche Schaltkraft übertragendes Kugellager (40) kinematisch mit einem Doppelkolben (41) verbunden ist, der in einem gehäusefest angeordneten Kupplungsträger (42) zwischen zwei von dem Kupplungsträger (42) umschlossenen, jeweils separat gehäuseseitig ansteuerbaren Druckräumen (27, 28) axial verschiebbar gelagert ist, die bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung den Doppelkolben (41) in seiner neutralen Mittelstellung halten bzw. in diese Mittelstellung verschieben, während die Einschaltung eines der beiden den Schaltverzahnungen (25, 26) zugeordneten Gängen (K<sub>1</sub>, K<sub>3</sub> bzw. K<sub>2</sub>, K<sub>4</sub>) durch Drucklosschaltung des dem anderen Gang zugeordneten Druckraumes erfolgt.
11. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Doppelkolben (41) zwei einander axial gegenüberliegende, jeweils einem der beiden Druckräume (27, 28) zugewandten Differentialringkolben (29) trägt, die sich nur in der neutralen Mittelstellung des Doppelkolbens (41) an den Kupplungsträgern (42) axial abstützen, während bei der Verschiebung des Doppelkolbens (41) in eine Schaltstellung der Schaltbrücke (23) ein Differentialringkolben (29) von einem ihm zugeordneten Mitnehmer (30) des Doppelkolbens (41) in den ihm zugeordneten Druckraum (27 bzw. 28) verschoben wird.
12. Schalt-Zahnkupplung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Doppelkolben (41) mit einem gehäusefesten Wegsensor (43) gekuppelt ist.
13. Schalt-Zahnkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ihre Verwendung in einem hydrostatisch-mechanischen Lastschaltgetriebe, bestehend aus einem vierwelligen Zahnrad-Planetengetriebe und einem dazu parallel angeordneten, stufenlos einstellbaren hydrostatischen Getriebe, wobei nachgeschaltete Zahnrad-Stufen mit zugehörigen Schalt-Zahnkupplungen (Z1, Z2) mehrere Gänge realisieren, in denen jeweils das hydrostatische Getriebe eine stufenlose Verstellung der Übersetzung des gesamten Getriebes bewirkt, wobei der Gangwechsel bei synchronen Drehzahlen, lastfrei und ohne Zugkraftunterbrechung erfolgt.



Stand der Technik

Fig 1A

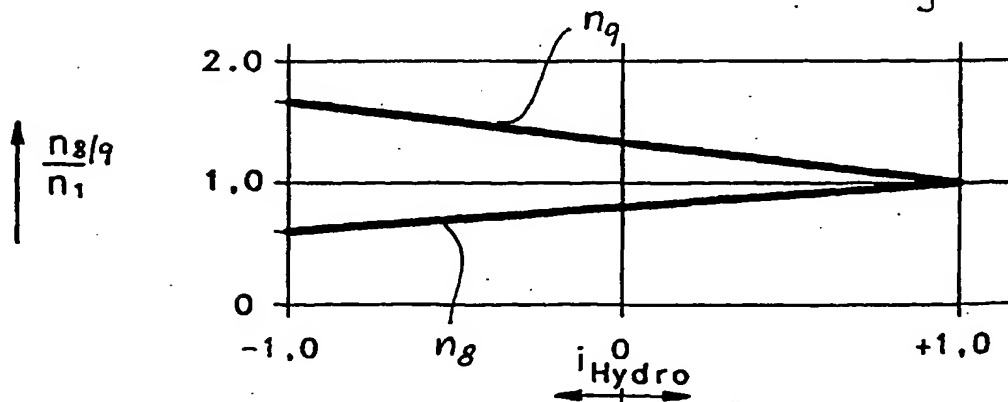




Fig. 2

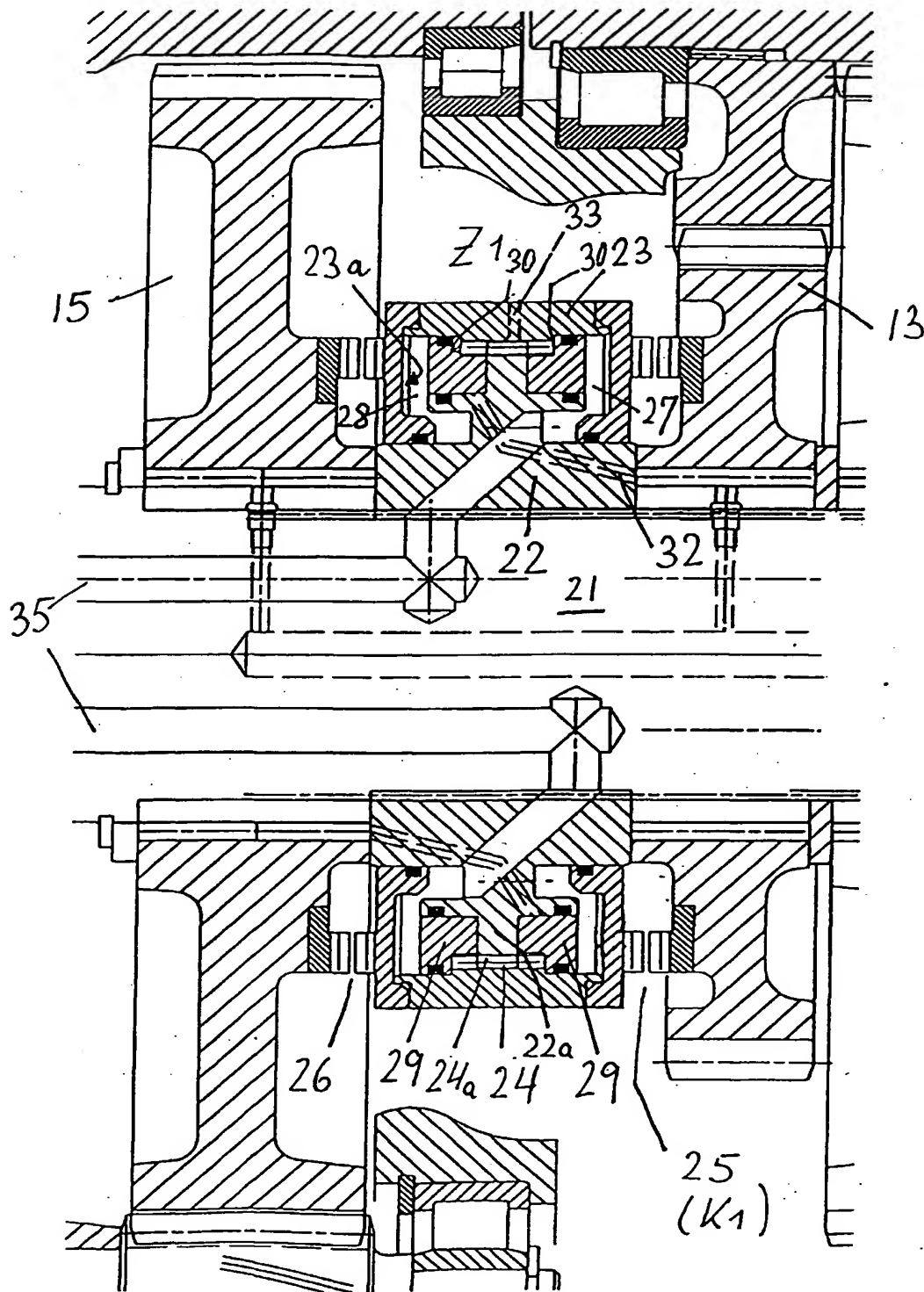


Fig. 3

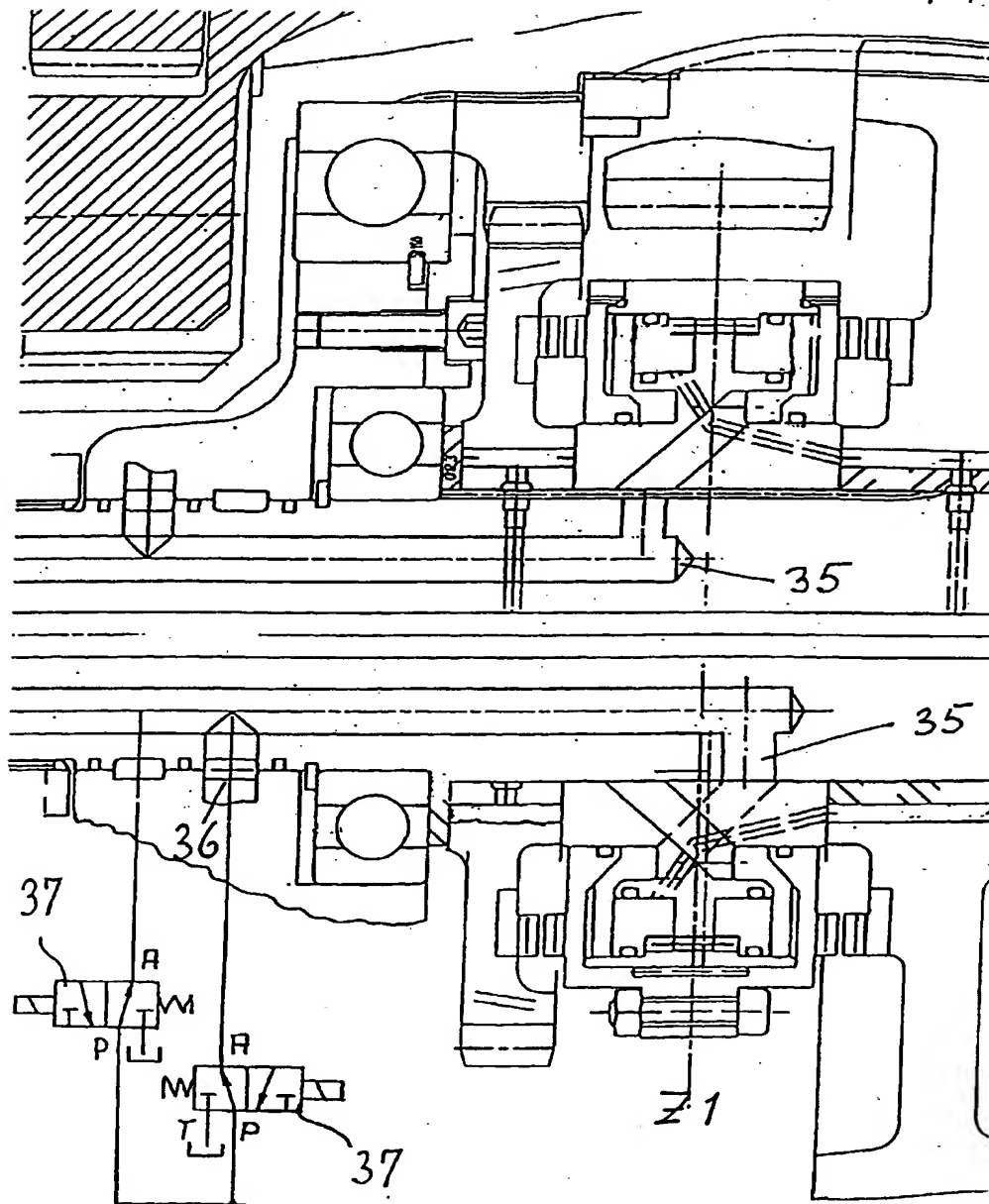


Fig. 4

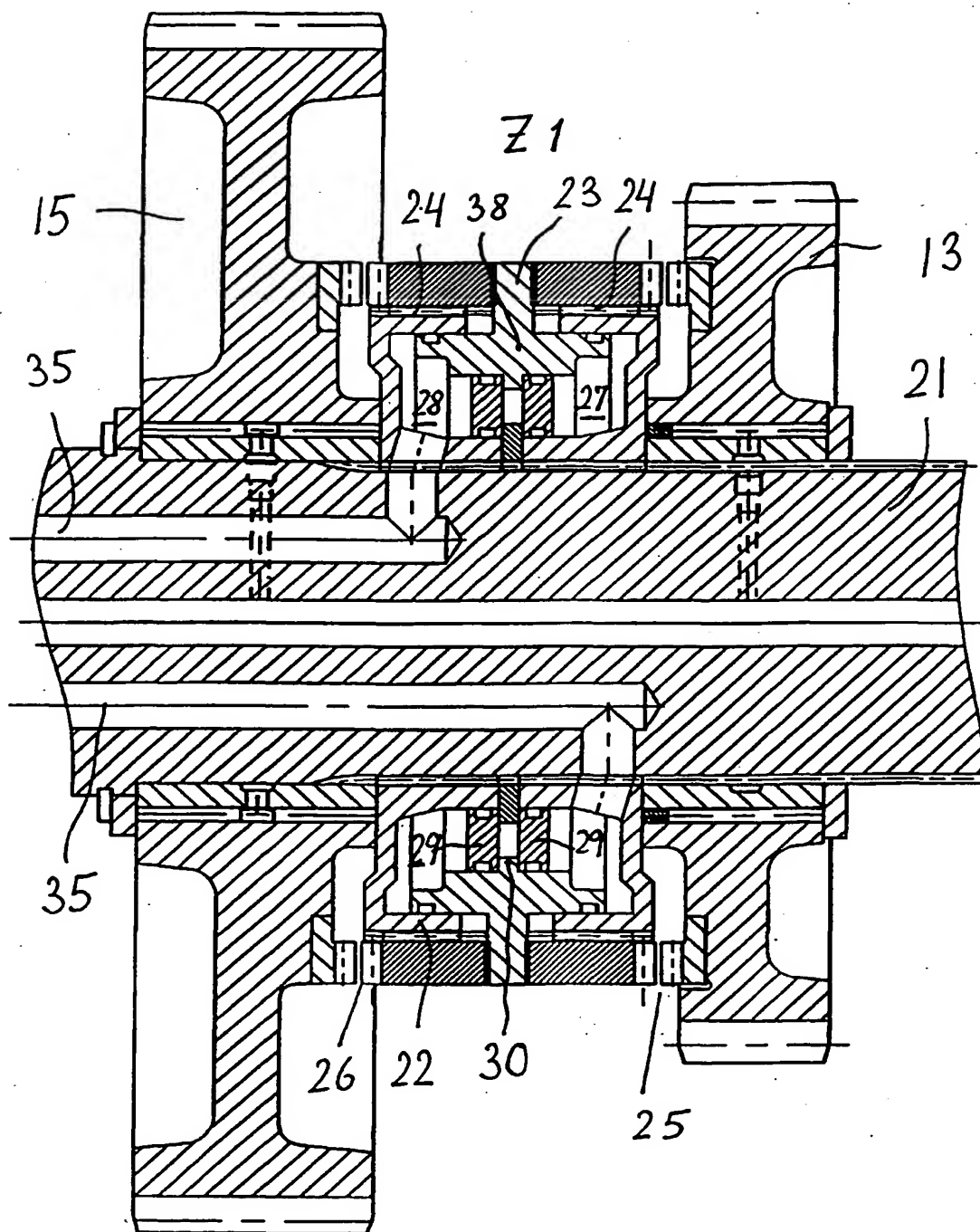


Fig. 5

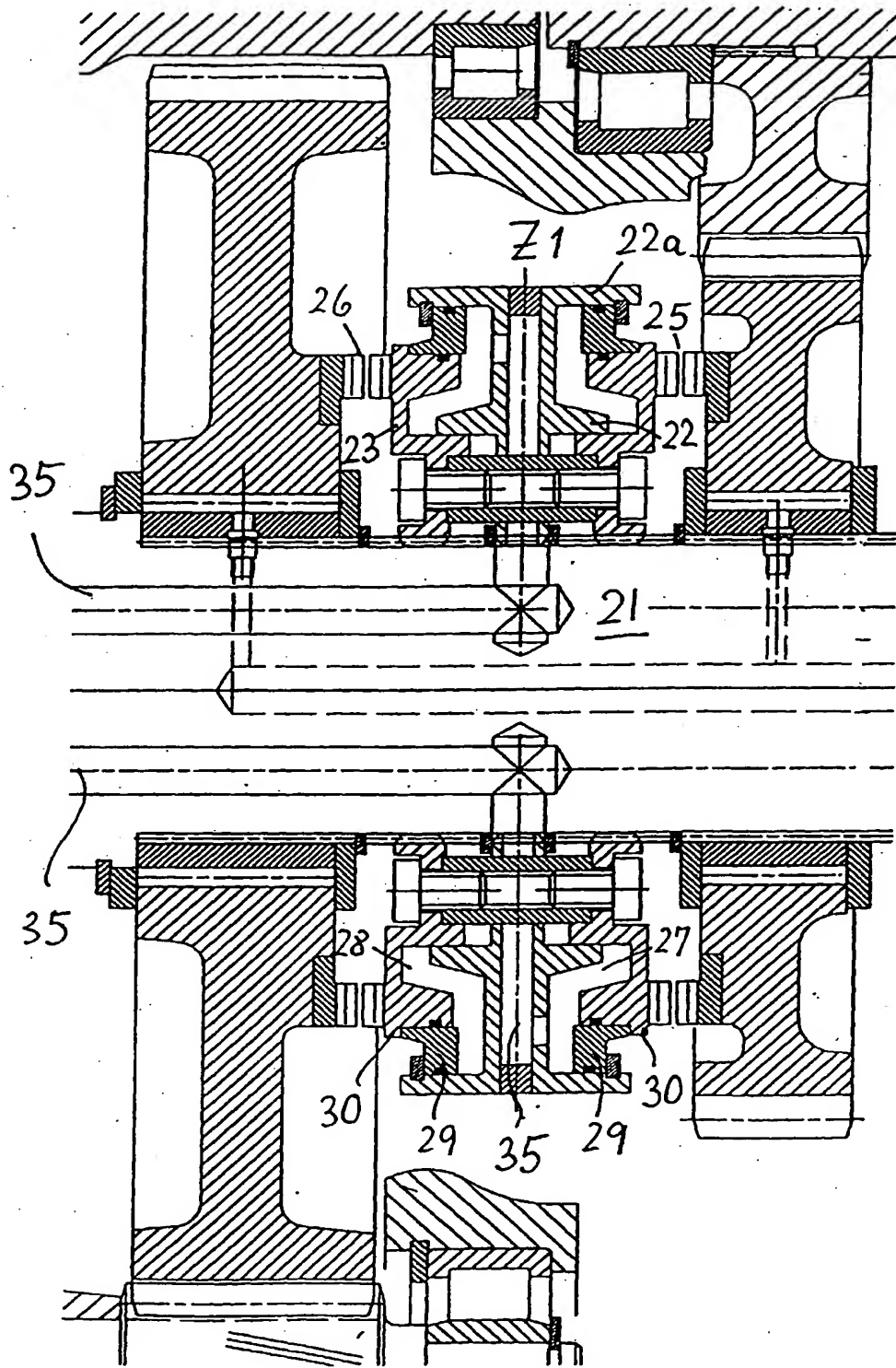
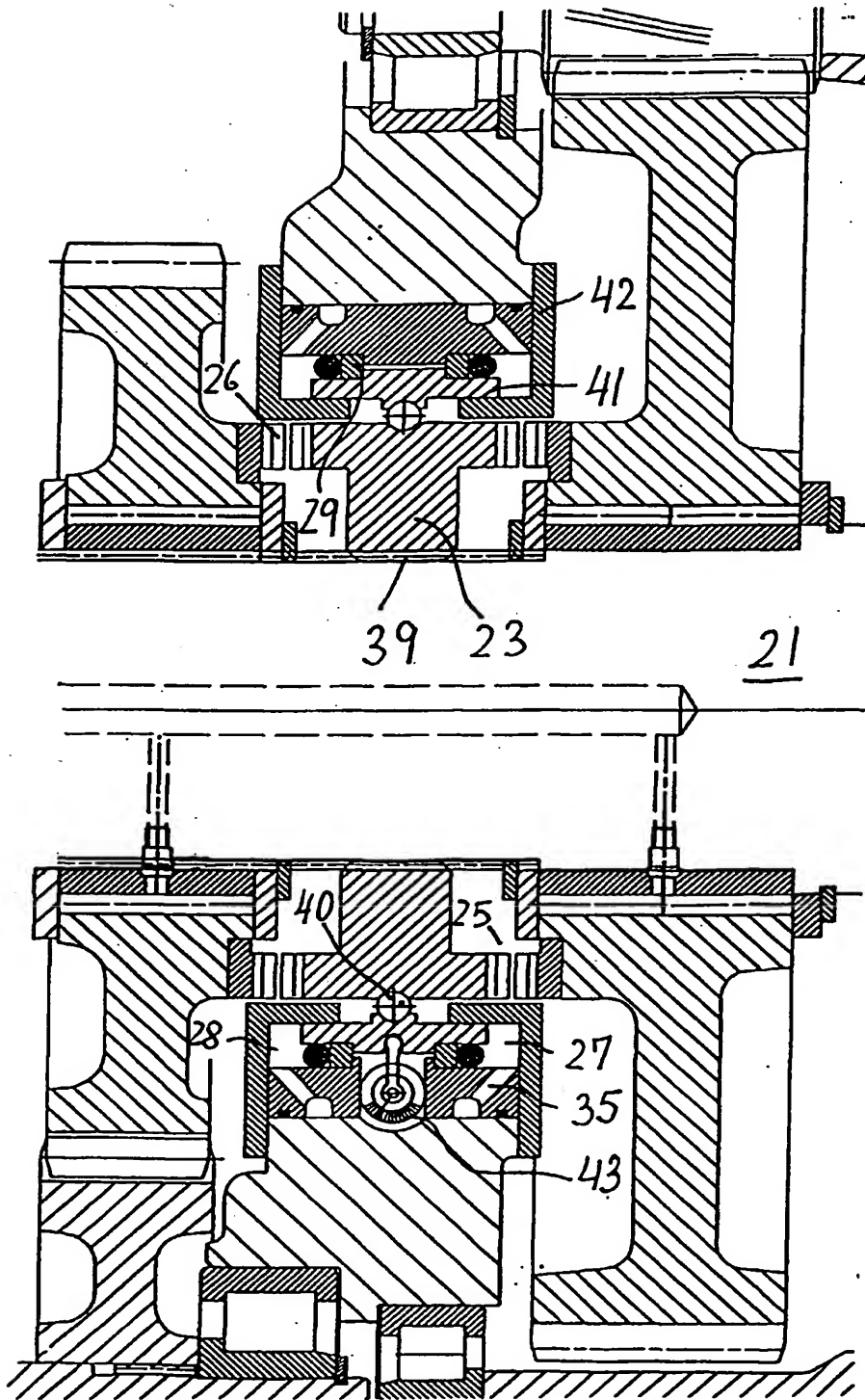


Fig. 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 7227

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 39 03 877 C (BLUMENTHAL ULRICH ET AL) 13. September 1990 (1990-09-13) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1,10	F16D25/10
A	DE 38 15 638 A (VOLKSWAGENWERK AG) 8. Dezember 1988 (1988-12-08) * Spalte 2, Zeile 19 - Zeile 59 * * Abbildung 1 *	1,10	
A	FR 2 388 173 A (SAVIEM) 17. November 1978 (1978-11-17) * Seite 1, Zeile 32 - Seite 2, Zeile 38 * * Abbildung 1 *	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F16D F16H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>31. August 2000</b>	Prüfer <b>Vermander, W</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichttechnische Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P/M/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 7227

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-08-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3903877 C	13-09-1990	EP 0382132 A	16-08-1990
		JP 2300551 A	12-12-1990
		US 5052986 A	01-10-1991
DE 3815638 A	08-12-1988	KEINE	
FR 2388173 A	17-11-1978	KEINE	

EPO FORM P461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**